

С. Е. ГАРДЕР, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ», Харьков;
Е. В. ГОЛОВАЧ, студ. НТУ «ХПИ», Харьков

МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ БЕЗРАБОТИЦЫ И ИНФЛЯЦИИ В УКРАИНЕ

Розглянута математична модель, яка досліджується методами, побудованими на основі теорії часових рядів. Проведено аналіз нестационарних часових рядів, побудована модель залежності між даними рядами, та перевірена адекватність моделі

Рассмотрена математическая модель, которая исследуется методами, построенными на основе теории временных рядов. Проведен анализ нестационарных временных рядов, построена модель зависимости между данными рядами, и проверена адекватность модели

The mathematical model that examines the methods, built on the basis of the theory of time series. The analysis of transient time series, the model of the relationship between the data series, and verified the adequacy of the model.

Введение. В течение последних 30 лет теория и практика экономики все в большей степени опирается на количественные методы математики, статистики и эконометрии. Это привело к более частому использованию анализа при изучении поведения финансовых рынков.

В статье представлен один из подходов к рассмотрению экономических явлений на основе анализа взаимосвязанных временных рядов.

Исходными данными этой работы является индексы инфляции и безработицы в Украине за период 2009–2010 годов [6]. Данные показатели являются временными рядами, которые носят нестационарный характер.

Целью работы является построение зависимости между инфляцией и безработицей на основе анализа данных, как временных рядов и дальнейшей оценки адекватности выбранной математической модели.

Постановка задачи. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ внутренней структуры ряда, оценить наличие детерминированных и стохастических составляющих данных рядов,
2. Проанализировать внутреннюю структуру данных, а именно определить тип нестационарности временных рядов: типа TS (trend stationary process) – стационарные относительно детерминированного полиномиального тренда или типа DS (differencing stationary process) – разносно стационарные. Принципиальная разница между двумя типами рядов выражается в том, что TS ряд можно привести к стационарному виду с помощью выделения тренда, тогда как выделения детерминированной составляющей из DS ряда оставляет его нестационарным. На практике TS и DS ряды исследуются различающимися методами. В соответствии с этим, необходимо проанализировать тип нестационарности рядов,

3. В зависимости от типа нестационарности рядов:

3.1 для TS построить ADL (autoregressive distributed lag models) – авторегрессионная модель с распределенным лагом;

3.2 для DS определить порядок интеграции, и построить надлежащую модель зависимости между исходными рядами.

4. Оценит адекватность построенной модели.

Результаты исследования. В качестве исходных данных для исследования были выбраны ряды индексов инфляции ($x(t)$) и безработицы ($y(t)$) в Украине за период 2009–2010 годов (рис. 1, 2).

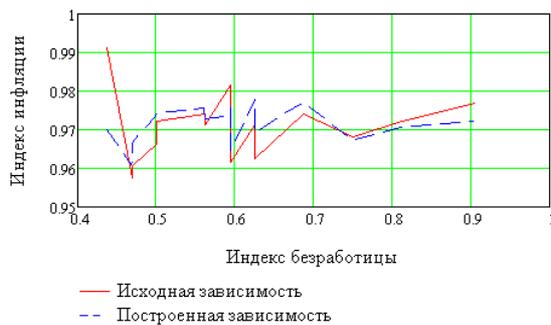


Рис. 1 Индекс инфляции в Украине

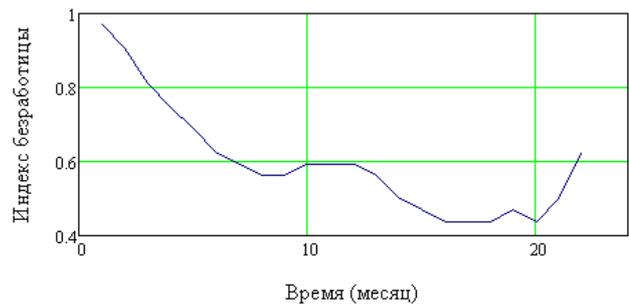


Рис. 2 Индекс безработицы в Украине

Каждое значение временного ряда интерпретируется как наблюдение случайной величины. В работе принята аддитивная модель данных, когда значения ряда в каждый момент времени представляются суммой детерминированной и стохастической составляющей. Для проверки наличия неслучайной составляющей динамического ряда использовался критерий серий, основанный на оценке медианы, как усредненной временного процесса [1]. С помощью данного критерия установлено присутствие трендовой составляющей в рядах. Это дает возможность в усредненном виде прогнозировать темпы инфляции и безработицы.

На этапе анализа нестационарных временных рядов, использован тест Дики–Фуллера [4,7]. Идея теста заключается в определении коэффициента p в авторегрессионном уравнении первого порядка

$$y(k) = p \cdot y(k-1) + \varepsilon(k), \quad (1)$$

где $y(k)$ – временной ряд;

ε – остатки.

Если $p = 1$, то процесс имеет единичный корень, в этом случае ряд $y(k)$ не стационарен, а степень интегрированности процесса равна 1.

Если $0 < p < 1$, то ряд стационарный. Тест предназначен для того, чтобы различить временные ряды типа TS и DS. В данном случае ряд индекса инфляции и ряд индекса безработицы являются рядами типа TS. При этом имеется детерминированный тренд, как среднее математическое случайного процесса, после элиминирования которого, с рядом можно работать методами, используемыми для стационарных временных рядов.

По результатам N наблюдений в качестве исходных статистических данных рассматриваются два временных ряда

$$\begin{aligned} &x(1), x(2), \dots, x(N), \\ &y(1), y(2), \dots, y(N) \end{aligned} \quad (2)$$

где $x(t)$ – ряд инфляции;

$y(t)$ – ряд безработицы.

В силу трендовой нестационарности рядов, рассмотрение зависимости между переменными представлена в виде ADL модели (autoregressive distributed leg models) – авторегрессионная модель с распределенным лагом. Общий вид ADL модели

$$Y(t) = \theta + \sum_{k=0}^T \alpha_k Y(t-k) + \sum_{k=0}^T \beta_k X(t-k) + \varepsilon(t), t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

где k – длина лага;

ε_t – остатки.

Исходя из того, что оба нестационарных ряда являются рядами типа TS, в правую часть модели ADL добавляется дополнительная поясняющая функция – тренд. Тогда авторегрессионная модель с распределенным лагом получит вид

$$Y(t) = \theta_1 + \sum_{k=0}^T \alpha_k Y(t-k) + \sum_{k=0}^T \beta_k X(t-k) + \theta_2 \cdot t + \theta_3 \cdot t^2 + \varepsilon(t), \quad (4)$$

Для оценки коэффициентов модели используется метод наименьших квадратов в системе Mathcad 14 по экспериментальным данным (2). Найдены коэффициенты авторегрессионной модели с распределенным лагом для модели типа ADL(3,3) и ADL(3,4). Вычисление коэффициента детерминации и стандартной погрешности авторегрессии показала предпочтительность модели ADL(3,4) относительно ADL(3,3). На рис. 3 показан график зависимости инфляции от безработицы типа ADL(3,4).

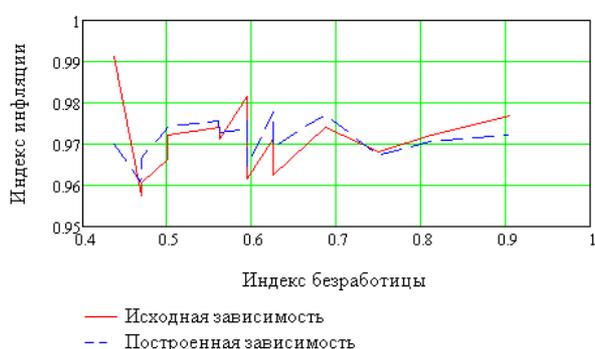


Рис. 3. Модель ADL(3,4) инфляция от безработицы

Согласно тесту причинности Грэнджера [2], определена причинно–следственная связь между инфляцией и безработицей. Основной посылкой Грэнджера было то, что будущее не может быть причиной настоящего или прошлого. При анализе временных рядов необходимо знать, предшествует ряд $x(t)$ ряду $y(t)$, или $y(t)$ предшествует $x(t)$. Для этого построена модель авторегрессии (3), где $x(t)$ примет значения ряда безработицы, а $y(t)$ – значения ряда инфляции.

Было установлено, что значения индекса безработицы предшествует значению индекса инфляции. В соответствии, для последующего прогнозирования выбрана модель зависимости инфляции от безработицы.

На основе разработанной модели зависимости – ADL (3,4), сделан краткосрочный прогноз на октябрь–декабрь 2010 года (таблица), показавший удовлетворительную точность.

Таблица. Прогнозные значения на основе принятой модели

Период	Реальные значения	Прогноз	Точность
Октябрь 2010	0.968	0.963	99,4%
Ноябрь 2010	0.972	1.143	82.4%
Декабрь 2010	0.977	1.434	53.2%

Для долгосрочного прогноза необходимо большее количество экспериментальных данных и более детальный их анализ.

Выводы:

1. Проведен структурный анализ рядов индексов инфляции и безработицы в Украине за период 2009–2010 годов, показавший наличие взаимозависимости данных.
2. Оценено наличие детерминированной – в виде тренда второго порядка и стохастической составляющих рядов.
3. С помощью теста Дики–Фуллера определена принадлежность нестационарных временных рядов к TS типу.
4. Выбраны и реализованы ADL(3,3) и ADL(3,4) –модели для исходных рядов.
5. Сделан прогноз на период октябрь–декабрь 2010 года. Полученные результаты подтверждают адекватность построенной модели и могут быть использованы при анализе экономических явлений.

Список литературы: 1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – Москва: Издательское объединение “ЮНИТИ” , 1998. 2. Канторович Г.Г. Лекции: Анализ временных рядов. Экономический журнал ВШЭ. 2003. 3. Елисеева И.И. Эконометрика. – Москва: “Финансы и статистика”, 2003. 4. Алехин Е.И. Основы анализа временных рядов. – Орел. 1998. 5. Шанченко Н.И. Лекции по эконометрики. – Ульяновск. 2008. 6. <http://www.ukrstat.gov.ua/>, «Державний комітет статистики». 7. Носко В.П. Эконометрика. Введение в регрессионный анализ временных рядов. – Москва: ИЭПП, 2002.

Поступила в редколлегию 11.11.2011

УДК 004.46

М.М МОТИН, асп., НТУУ «КП», Київ

Д.О. ПЕТРЕНКО, студ., НТУУ «КП», Київ

В.В. АВЕР'ЯНОВ, студ., НТУУ «КП», Київ

СУЧАСНІ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОЇ ОСВІТИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ НИХ

В статті сформульовані критерії для порівняння систем електронного та мобільного дистанційного навчання, виконано порівняльний аналіз по деяким із систем мобільної освіти. Розглянуто технічні засоби для систем мобільної освіти, висвітлено найбільш актуальні проблеми, що можуть виникнути при роботі з мобільними пристроями і запропоновано шляхи їх вирішення. Дана порівняльна характеристика комунікаційних технологій для систем мобільної освіти.

Ключові слова: мобільна освіта, електронна освіта, дистанційна освіта, технічні засоби для мобільного навчання, комунікаційні технології, портативні пристрої.

В статье сформулированы критерии для сравнения систем электронного и мобильного дистанционного обучения, проведен сравнительный анализ по некоторым системам мобильного образования. Рассмотрены технические средства для систем мобильного образования, освещены наиболее актуальные проблемы, которые могут возникнуть при работе с мобильными устройствами и предложены пути их устранения. Дана сравнительная